

文章编号: 2095-2163(2020)09-0135-06

中图分类号: U121

文献标志码: A

基于 Raspberry Pi 的潮汐车道智能调节系统

李子博, 肖广兵

(南京林业大学 汽车与交通工程学院, 南京 210037)

摘要: 本文设计了一套基于 Raspberry Pi 的潮汐车道智能调节系统。由车流量监测模块、环境感知模块、供电模块、处理控制模块、机械运动模块、无线通讯模块、警示预告模块等模块组成, 针对传统潮汐车道固定的车道变更时间节点与使用时段、人工搬挪隔离栅栏严重制约潮汐车道使用效率与安全保障的问题, 通过硬件模块监测车辆行驶与道路交通量信息, 实现潮汐车道适时自动调节与换道自动告警, 进而提高潮汐车道的使用效率与安全保障。

关键词: 智能调节; 车流量监测; Raspberry pi; 换道自动告警

Intelligent regulation system of tidal lane based on Raspberry Pi

LI Zibo, XIAO Guangbing

(College of automotive and transportation engineering, Nanjing Forestry University, Jiangsu Nanjing 210037, China)

[Abstract] This paper designs a set of tidal lanes intelligent control system based on the Raspberry Pi with monitoring module, traffic environment perception module, power supply module, control module, mechanical movement module, wireless communication module and warning forecast module, etc. Aiming at the problems that the traditional change and period of use for fixed tidal lanes and inefficiency and insecurity caused by artificially moving separation barrier, the system monitoring traffic and road traffic information through hardware module via wireless communications, so as to improve the use efficiency and security of the tidal lane.

[Key words] intelligent regulation; traffic flowing monitoring; raspberry pi ; automatic lane change alarm

0 引言

随着中国国民经济的快速发展, 城市化进程的不断加速, 部分大中型城市出现了潮汐式交通拥堵^[1]。潮汐车道作为解决潮汐式交通拥堵的一种有效方法, 能根据路段上的实时交通流特征改变可变车道的行驶方向, 充分提高道路利用率与通行能力^[2]。传统潮汐车道固定车道变更时间节点与使用时段、人工搬挪中央隔离栅栏, 严重制约了潮汐车道使用效率与安全保障, 国内对潮汐车道的研究主要集中在规划设计, 运行效果评估预测^[3]。而对于潮汐车道的车道转换、自动控制、协同管理等具体系统设计与配套硬件整合的相关研究较为欠缺^[4], 未能形成一套完整的系统设计与配套硬件整合, 达到充分提高潮汐车道使用效率的目标。

本文设计了一种基于 Raspberry Pi 的潮汐车道智能调节系统。在智能化高效操作的背景下, 系统以无线通讯完成实时数据传输, 通过硬件模块感知行驶车辆与环境信息, 监测道路交通量信息; 通过数

据分析处理, 机械运动控制, 最终实现潮汐车道适时自动调节与换道自动告警, 进而解决传统潮汐车道固定的车道变更时间节点与使用时段、人工搬挪中央隔离栅栏等问题, 充分提高潮汐车道的使用效率与安全保障。

1 系统设计

系统以 Raspberry Pi 处理器为核心, 支持两种潮汐车道智能调节模式, 如图 1 所示。

自动调节模式触发情景为系统车流量监测模块监测到相向方向车流量差值达到阈值, 处理控制模块发出自动调节指令并上传交管部门。半自动调节模式触发情景为系统收到交管部门调节授权, 处理控制模块发出自动调节指令。

2 硬件设计

基于 Raspberry Pi 的潮汐车道智能调节系统, 由车流量监测模块、环境感知模块、供电模块、处理控制模块、机械运动模块、无线通讯模块等组成。搭载 Raspberry Pi 的处理控制模块为系统核心, 供电

基金项目: 国家自然科学基金(61803206); 南京林业大学青年科学创新基金(CX2018004); 南京林业大学大学生创新训练计划项目(2020NFUSPITP0752)。

作者简介: 李子博(2000-), 男, 本科生, 主要研究方向: 无人智能车车队汇入控制; 肖广兵(1984-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向: 智能交通领域车载网络通信和交通信息控制。

通讯作者: 肖广兵 Email: kevin061084@hotmail.com

收稿日期: 2020-06-25

模块为系统各模块提供电力,无线传输模块支持系统间各模块的数据信息传输,完成潮汐车道智能调节。

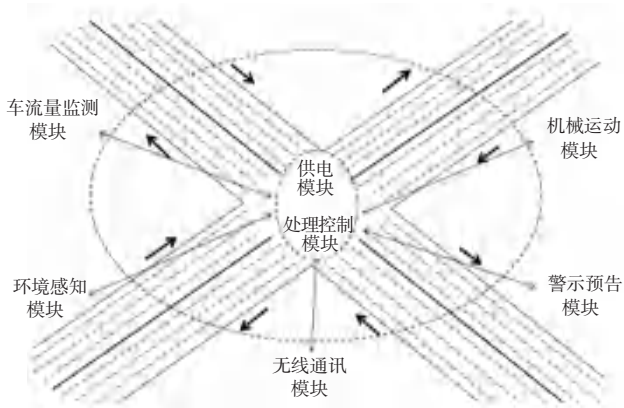


图1 系统结构图

Fig. 1 System structure diagram

2.1 供电模块设计

系统中,处理控制模块采用 1.8 V~3.3 V 直流电压,车流量监测模块采用 12 V 交流电压与 1.3 V~12 V 直流电压,通讯模块采用 3.3 V~5 V 直流电压,环境感知模块采用 1.5 V~6 V 直流电压,警示预告模块采用 1.2 V~4.0 V 直流电压,机械运动模块采用 12 V 交流电压。

供电模块选用由 MAX15301 电源管理芯片和 SH79F165 单片机控制的独立光伏发电系统,太阳能电池板在 MPPT 控制下完成直流变换,进而将光伏阵列输出的电能存储在蓄电池组中^[5],蓄电池组提供稳定的 12 V 直流电压,供电模块电路如图 2 所示。

主供电系统与所有模块联通,其逆变装置组将 12 V 直流电压转化为供各模块使用的不同直流与交流电压,当处理控制模块发出自动调节指令,主供电系统启动,以支持整个系统完成调节进程;辅助供电系统与车流量监测,处理控制,无线通信模块联通,其逆变装置组将 12 V 直流电压转化为供 3 个模块使用的不同直流与交流电压,辅助供电系统全时段运行,维持系统车流量监测,处理决策,无线通信模块运转。

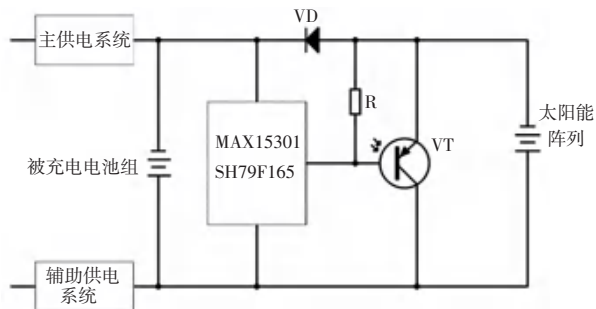


图2 供电模块电路

Fig. 2 Power supply module circuit

2.2 车流量监测模块

车流量监测模块选用车流量检测雷达,该雷达采用 TMS320VC5502 信号处理芯片。通过在监测点安装微波雷达,对多个车道车辆进行探测,统计车流量信息。与感应线圈检测与视频检测相比,它的优点是安装和维护时不会影响交通,单个雷达可以检测多个车道的车流量信息,全天候工作,不受恶劣天气影响。车流量检测雷达电路如图 3 所示。

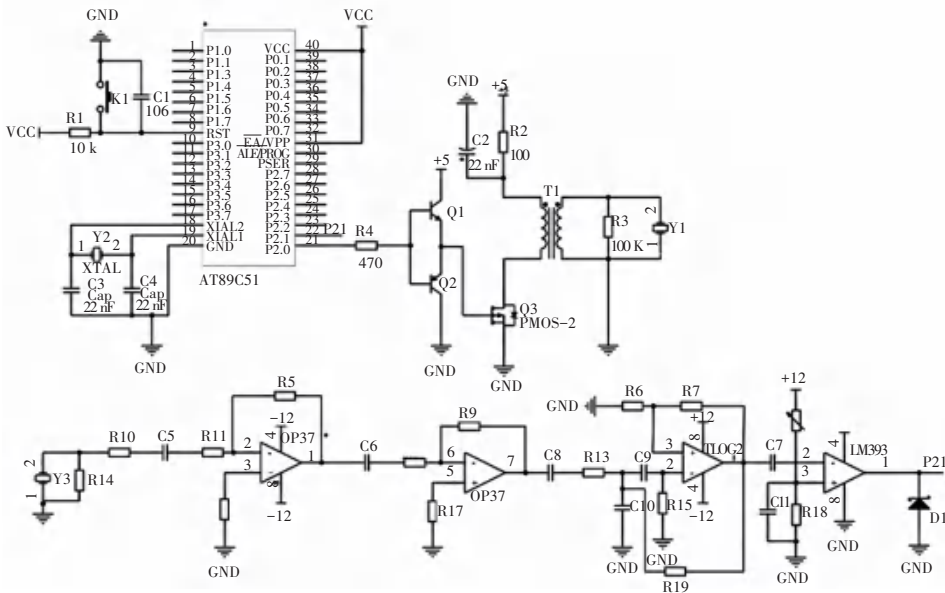


图3 车流量检测雷达电路

Fig. 3 Traffic flow detection radar circuit

2.3 环境感知模块

环境感知模块具体采用 OV10635 低功率, 高分辨率, 高动态范围 CMOS 图像传感器。该传感器选取了超低 EMI 信号传输的双向 FPD—Link III 串行/解串器实现传输距离远, 信号质量稳定, 传输速率 1Gbit/s 以上高清数字图像的高速传输^[6]。通过 CMOS 图像传感器, 可以准确快速地获取当前道路环境信息, 行驶车辆信息等, 通过无线通讯模块将信息发送至处理控制模块进行数据分析, 为处理器精确计算隔离栅栏移动时间, 移动方向, 移动速度与运动路径提供支持; 同时保证高清数字图像同步至交管部门监控画面, 实现对自动调节进程的实时监控, 充分确保自动调节进程的高效性与安全性。CMOS 图像传感器电路如图 4 所示。

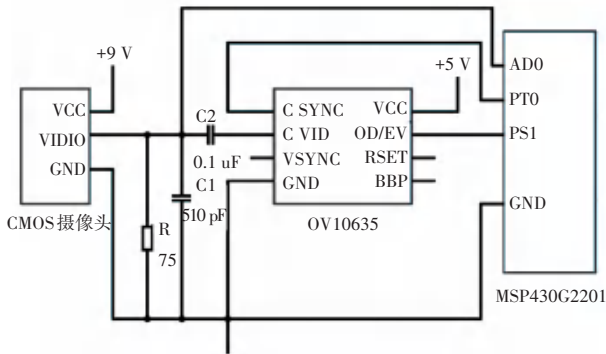


图 4 CMOS 图像传感器电路

Fig. 4 CMOS image sensor circuit

2.4 处理控制模块

处理控制模块选用 Raspberry Pi Model B, 树莓派 (Raspberry Pi) 是一种微型电脑, 其价格低、功耗小、功能多样, 可运行 Linux 操作系统, 具有多种接口, 可支持 5G 应用, 在无线传感网络领域已得到广泛应用^[7]。各项性能指标满足系统实际应用的要求, 其电路图如图 5 所示。

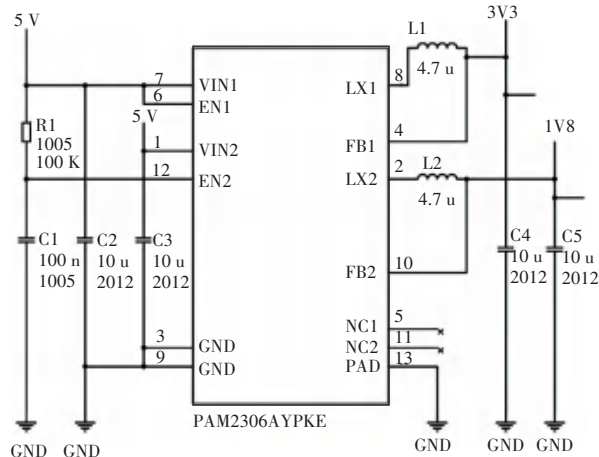


图 5 Raspberry Pi Model B 电路

Fig. 5 Raspberry Pi Model B circuit

2.5 无线通讯模块

无线通讯模块选用 ZigBee, 这是一种基于标准的远程监控、控制和传感器网络应用技术, 主要适用于自动控制 and 远程控制领域, 可以嵌入各种设备, 可以同时面向通信双方实现信息交互^[8]。

ZigBee 模块采用 CC2530 芯片, 其在 2.4GHz ISM 频带中工作, 能够支持 ZigBee PRO 标准、ZigBee 2006 及 IEEE 802.15.4, 可实现 2Mb/s 的信息传递速率^[9]。ZigBee 模块可满足系统各模块间信息数据快速传递的需要, 确保车流量、车速、车道占有率信息、当前道路环境信息、行驶车辆信息等可以快速反馈至处理控制模块 Raspberry Pi 上位机管理系统, 完成数据处理。解算出隔离栅栏移动方向, 移动速度与运动路径的准确数据, 确保控制信号快速传输至机械运动模块与警示预告模块。ZigBee 模块可满足系统与交管部门的实时数据传输。ZigBee 无线通讯模块电路如图 6 所示。

2.6 机械运动模块

机械运动模块选用以 ULN2003 为驱动芯片, 受单片机 AT89C51 控制的四相步进电机为隔离栅栏下的车轮组提供动力。单片机接收解算出隔离栅栏移动方向, 移动速度与运动路径的数字信号, 步进电机在 AT89C51 的控制下, 数字控制信号转化成与之相对应的角位移或直线位移, 可以实现隔离栅栏位置快速准确地调整。相对于铺设专用的导轨或配置拉链车, 该配置方案结构简单, 维护成本低, 安全性更高。

3 系统软件设计

软件设计选用 Visual Basic 6.0, 搭建潮汐车道车流量监测与自动调节系统的界面, 主界面如图 7 所示。

系统界面各窗口, 可实现对实时各车道车流量、车速、车道占有率的信息获取, 实时道路环境监控画面同步, 潮汐车道调节, 设备运行情况监测, 车流量历史大数据统计以及软件界面设置等功能。辅助管理者在系统半自动调节模式下作出换道决策。

通过车流量监测雷达, 两个中段监测点实时传输不同方向车流量信息, 不同方向平均车速信息, 全段道路的平均通过时间信息; 两个路口监测点实时传输不同方向三个转向车流量信息, 路口车流总汇入车流量与总驶离车流量, 如图 8、图 9 所示。同时, 软件提供拥堵预测情况分析功能, 可开启拥堵自动提醒。

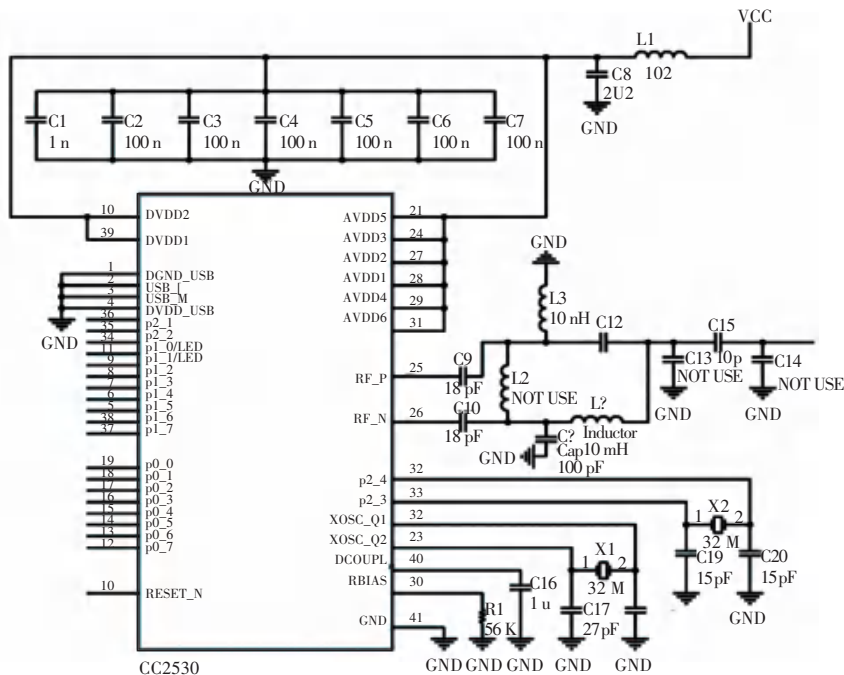


图 6 ZigBee 无线通讯模块电路

Fig. 6 ZigBee wireless communication module circuit



图 7 软件主界面

Fig. 7 Main interface of software



图 9 路口车流量监测

Fig. 9 Traffic flow monitoring at intersections

如图 10 为该路段车流量历史大数据统计,普通用户可通过查看近来几日全时段的车流量历史大数据,结合当前的车流量数据信息,决定是否经行该路段,以避免遭遇拥堵。管理人员可通过调阅近来几个月的车流量大数据历史,分析计算,为潮汐车道智能调节系统半自动调节模式下设置最优调节时间节点,提高车道使用效率。

通过回传的高清实时监控画面,交管部门可以预估判断是否会有潮汐交通拥堵出现,同时也可直观了解道路交通量是否已超过路段吞吐极限。可实时掌握隔离栅栏调节时的具体情况,若画面显示存在安全隐患,可人工干预栅栏自动调节进程,实时监控画面如图 11 所示。



图 8 中程车流量监测

Fig. 8 Traffic flow monitoring in the middle section

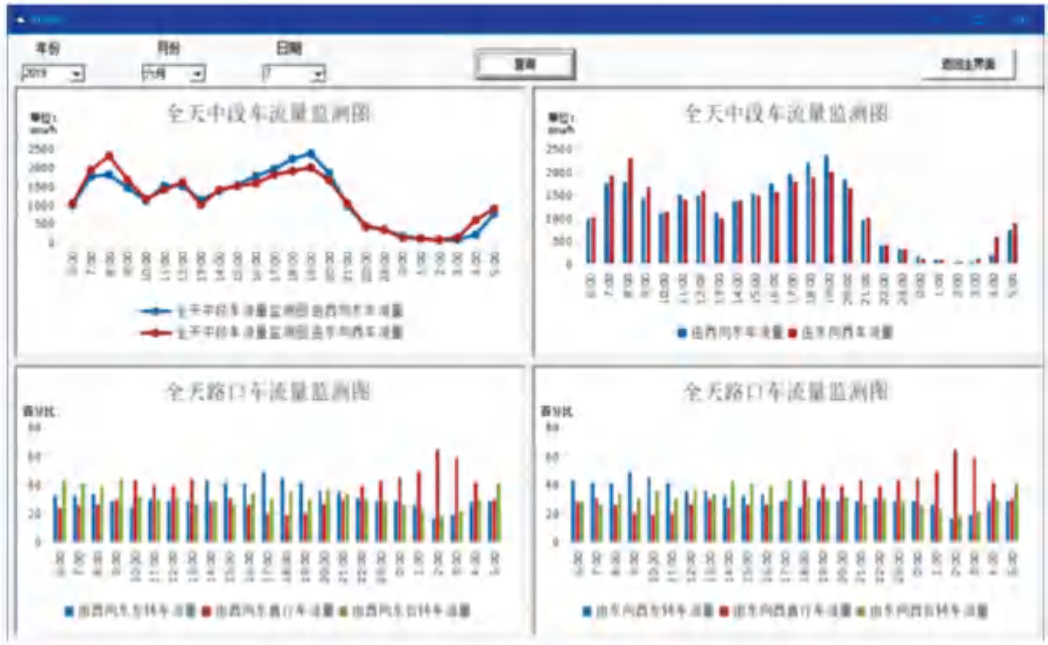


图 10 车流量历史大数据统计

Fig. 10 Big data statistics of traffic flow history



图 11 实时监控画面

Fig. 11 Real-time monitoring screen

该系统半自动调节模式主要由管理人员通过界面操作实现, 车道变更调节界面如图 12 所示。在向系统发布调节授权前, 可对布置在各车道的系统模块设备运行情况进行自检, 若检测完毕系统运行无

异常, 可发布调节授权, 使系统完成半自动模式下的隔离栅栏调节, 必要时可人工干预系统警示预告持续时间。也觉对各车道系统模块设备自动检测, 若发现异常情况则实时弹出窗口显示。

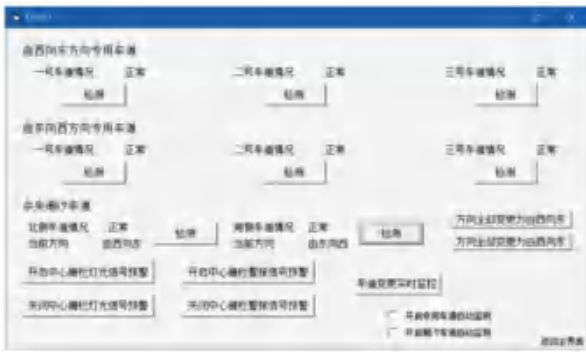


图 12 车道变更调节

Fig. 12 Lane change control

4 结束语

本文设计的潮汐车道智能调节系统以 Raspberry Pi 处理器为核心,以无线通讯模块实现数据信息传输,通过硬件模块对车流量、当前道路环境、行驶车辆等信息实时监测,经过数据分析处理,确定隔离栅栏移动时间,移动方向,移动速度与运动路径数

据,进而控制完成潮汐车道智能调节。该系统结构简明紧凑,性价比高,符合实际情景,可以提高潮汐车道的使用效率与安全保障,具备可行性。

参考文献

[1] 贾贵宾,袁振洲. 适应于潮汐交通的可变车道转换系统研究[J]. 公路与汽运,2013(6):55-57.
 [2] 苑敬雅,周彤,梅朱茵. 潮汐车道交通管理与控制方法研究[J]. 交通企业管理,2015(12):41-43.
 [3] 郑桂传,严凌. 潮汐车道设置条件分析及运行效果评价[J]. 物流科技,2020(1):115-117.
 [4] 马金虎. 基于云计算的潮汐车道潮汐桩智能变位系统硬件设计[J]. 城市交通,2020(1):81.
 [5] 张伟. 多功能太阳能系统研究与设计[D]. 安徽大学,2014:1-70.
 [6] 卢晓. 基于 LFM CW 的车流量检测雷达设计[D]. 2015:1-47.
 [7] 陈良章. 车流量检测雷达中信号处理电路的研究[D]. 国科学院上海微系统与信息技术研究所,2008:1-84.
 [8] 解宁,丁毅,王欣,等. 多分辨率 CMOS 图像传感器芯片设计[J]. 半导体集成电路,2019(7):506-510.
 [9] 张宝龙,杨继超,李丹. 基于 CMOS 图像传感器的车载高清全景成像系统设计[J]. 光学技术,2015(3):247-251.

(上接第 134 页)

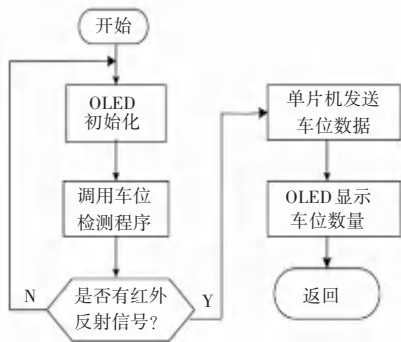
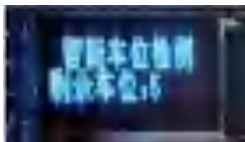


图 9 显示器程序流程图

Fig. 9 The flow chart of display program



(a) 显示屏显示剩余车位

(a) The display screen shows the remaining parking spaces



(b) 车位信息发送到车主手机上

(b) The parking information is sent to the driver's mobile phone

图 10 系统设计效果展示

Fig. 10 System design effect

5 结束语

本文以 STM32F103C8T6 单片机为核心,制作了一款智能车位检测系统。本设计可以帮助停车场的工作人员实时了解车位状态,对车位信息实时监控,有效地降低了车主停车所消耗的时间。此系统适用于各类停车场,设计简单,运营成本低,易于实现和推广。

参考文献

[1] 余启鑫,胡泽润,田良宇,等. 基于 STM32C8T6 的智能辅助停车系统[J]. 智能城市,2020,6(3):139-140.
 [2] 梁岩,王嘉璐,段鑫鑫,等. 一种新型的智能停车场诱导系统[J]. 河南科技,2018(34):93-96.
 [3] 毛玉星,刘翔宇,王唯. 一种基于 STM32 单片机的应用实验平台设计[J]. 工业和信息化教育,2019(8):63-68.
 [4] 苗英恺,陈佳. OLED 平板显示技术原理与应用[J]. 通信技术,2008(4):165-167.
 [5] 杨怀德. 基于物联网的车位检测诱导系统[J]. 智能计算机与应用,2017,7(6):139-141.
 [6] 王鹏飞,张映宏,王昊,等. 基于 STM32F103 微控制器自动避障小车控制系统设计[J]. 信息技术与信息化,2019(2):77-80.
 [7] 陈威,陈静. 基于多传感器的智能小车避障控制系统设计[J]. 工业控制计算机,2018,31(7):41-42.
 [8] 庄一玮. 基于机器视觉的车位状态检测研究[D]. 长安大学,2017.
 [9] 孟庆喜,陈红,王锡淮,等. 基于 STM32 的远程移动通信及无线温控设计[J]. 工业控制计算机,2017,30(11):131-132,153.